



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2012

Gesundheitsfördernde Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe bei Jungtieren

Soliva, C R ; Liesegang, Annette

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-62628>

Book Section

Published Version

Originally published at:

Soliva, C R; Liesegang, Annette (2012). Gesundheitsfördernde Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe bei Jungtieren. In: Kreuzer, Michael; Lanzini, T; Liesegang, Annette; Bruckmaier, R; Hess, H D. Feed for Health. Zürich: ETH Zürich Institut für Agrarwissenschaften, 38-45.

Feed for Health

Tagungsbericht

3. Mai 2012

Herausgeber:

M. Kreuzer, T. Lanzini, A. Liesegang, R. Bruckmaier, H.D. Hess

ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung

Feed for Health

M. Kreuzer, T. Lanzini, A. Liesegang, R. Bruckmaier, H.D. Hess (Hrsg.)

Band 35
ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung

ISBN 978-3-906466-35-3

Adresse: ETH Zürich
Institut für Agrarwissenschaften
Tierernährung / LFW
Universitätstrasse 2
8092 Zürich

Mai 2012

Gesundheitsfördernde Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe bei Jungtieren

C.R. Soliva und A. Liesegang

Institut für Tierernährung, Universität Zürich, Vetsuisse Fakultät, 8057 Zürich, Schweiz

Kontakt: Carla Soliva, solivac6@gmail.com

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (SPI) sind chemische Verbindungen, die von Pflanzen weder im Energiestoffwechsel, noch im aufbauenden respektive abbauenden Pflanzenstoffwechsel produziert werden. Sie grenzen sich von primären Pflanzeninhaltsstoffen dadurch ab, dass sie für die Pflanze nicht lebensnotwendig sind. Sowohl die Menge wie auch die Zusammensetzung an SPI in den Pflanzen werden durch die geographische Lage, unterschiedliche Witterungsbedingungen, Jahreszeit bei der Ernte, Verarbeitung sowie Lagerung beeinflusst und variieren daher stark (Bodas et al., 2008). Sekundären Pflanzeninhaltsstoffen wird eine pharmakologische Wirkung zugeschrieben, was bedeutet, dass sie sowohl gesundheitsfördernde wie auch gesundheits-schädigende Einflüsse auf Mensch und Tier ausüben können. Die in der Tierernährung am häufigsten untersuchten SPI umfassen Phenole (z.B. Monophenole wie Carvacrol, Flavonoide wie Anthocyanidine und Phenolsäuren wie Tannine), Terpene (z.B. Carotinoide, Monoterpene und Saponin), Organosulfide (z.B. Diallyl Disulfid), Glucosinolate, Schwefelverbindungen (z.B. Allicin, Allyl isothiocyanat) oder auch Protease-Inhibitoren. Viele SPI besitzen eine antimikrobielle und antioxidative Wirkung. Weitere können SPI immunmodulierend, entzündungshemmend, appetitanregend und verdauungsfördernd sein.

Die Forschungsschwerpunkte mit SPI in der Wiederkäuerernährung lagen bisher hauptsächlich auf deren potentiell methansenkenden Wirkung, sowie auf deren Wirkung gegen Nematoden des Gastrointestinaltraktes und deren Eigenschaft, schaumbedingte Pansenblähungen zu vermindern. In der Schweineernährung liegen die Forschungsschwerpunkte mit SPI vor allem auf deren Potential als antimikrobielle Leistungsförderer respektive als Alternative zu Fütterungsantibiotika.

Die vorliegende Übersicht beschränkt sich vor allem auf eine Auswahl an Studien, in welchen die Wirkungen von SPI bei Ferkeln und Kälbern untersucht wurden. Der Fokus dieser Übersicht liegt dabei vor allem auf den Leistungsparametern und den gesundheitsbezogenen Wirkungen von SPI.

Gesundheitsfördernde Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in der Ernährung von Ferkeln

Die Zeit des Absetzens stellt für das Ferkel die kritischste Phase in seinem Leben dar. Das Absetzen bedeutet für das Ferkel nicht nur einen ernährungsbedingten Stress, sondern auch ein sozialer und umweltbedingter Stress (Lallès et al., 2009). Der rasche Wechsel von leicht verdaulicher Muttermilch, welche aufgrund der Immunglobuline einen gewissen Infektionsschutz für das Ferkel darstellt, zu schwerer verdaulicher, fester Nahrung führt zu Veränderungen im Gastrointestinaltrakt und macht die Ferkel anfällig für Verdauungsstörungen (Lallès et al., 2009). Die Mikroflora im Darmtrakt von Ferkeln besteht aus einer empfindlichen Symbiose an vorteilhaften (z.B. Milchsäurebakterien) und potentiell schädlichen Mikroben (z.B. *Escherichia coli*). Während in gesunden Tieren eine ausgewogene Balance zwischen diesen Mikrobengruppen besteht, können Stressfaktoren, wie sie beim Absetzen auftreten, diese Balance stören und zu einem Wachstum der schädlichen Mikroben führen (Hopwood and Hampson, 2003). Die Folge davon sind Darminfektionen und Durchfallerkrankungen. Die damit einhergehenden pathophysiologischen Veränderungen sind unter anderem eine beeinträchtigte Entwicklung der Darmmukosa sowie eine Zottenatrophie (Lallès et al., 2004). Dadurch kann die Barrierefunktion der Darmwand gestört werden und potentiell toxische Substanzen und Mikroben können in das Tier eindringen. Die Folgen davon sind Tierverluste, geringere Tageszuwächse und höhere Behandlungskosten. Mit dem EU-weiten Verbot von Fütterungsantibiotika im Jahr 2006 wurde daher die Suche nach alternativen antimikrobiellen Leistungsförderern unerlässlich, wobei neben Probiotika und Präbiotika auch SPI vielversprechende Alternativen darstellen können. In den letzten Jahren wurden viele *in vitro* Untersuchungen mit Mikroben des Gastrointestinaltraktes von Ferkeln und verschiedenste *in vivo* Untersuchungen mit frisch abgesetzten Ferkeln durchgeführt, um die Wirkungen von SPI auf gesundheitsfördernde und pathogene Mikroben zu untersuchen. Die dabei am häufigsten untersuchten Pflanzenarten umfassen die Arten *Oregano vulgare*, *Syzygium aromaticum*, *Thymus vulgaris*, *Thymus mastichina*, *Cinnamomum zeylanicum*, und *Eugenia caryophyllus*, mit den entsprechenden SPI Carvacrol, Thymol, Eugenol und Zimtaldehyd.

Frisch abgesetzte Ferkel ($n \geq 603$, 28 Tage alt), welche über drei Wochen hinweg ein Oregano-Öl mit hohen Mengen an Carvacrol und Thymol erhielten, zeigten eine signifikant bessere Futterverwertung und höhere Tageszunahmen sowie eine geringere Mortalität als Ferkel ohne Futterzusatz (Molnar und Bilkei, 2005). Die Autoren wiesen diese Effekte der antimikrobiellen Wirkung gegen *Escherichia coli* und der immunstimulierenden Wirkung des Oregano-Präparates zu. Ebenfalls signifikant höhere Tageszuwächse konnten in einer anderen Studie beobachtet werden, in welcher frisch abgesetzten Ferkeln ($n \geq 308$, 21 Tage alt) während vier Wochen ein Oregano-Präparat zuge-

füttert wurde (Sads und Bilkei, 2003). Eine geringere Mortalität aufgrund des Präparates konnte bei diesen Ferkeln jedoch nicht festgestellt werden. Dass eine Zulage an Oregano nicht immer eine wachstumsfördernde Wirkung nach sich ziehen muss, zeigte eine Studie mit zwei Untersuchungen, in welchen Oregano-Öl während vier Wochen an abgesetzte Ferkel ($n > 50$, 21 Tage alt) verfüttert wurde (Neill et al., 2006).

Dass SPI die Intestinalflora von Ferkeln positiv beeinflussen kann, konnte in der Studie von Castillo et al. (2006) gezeigt werden. In dieser Studie erhöhte die Zufütterung eines Pflanzenextraktes aus Carvacrol (*Oreganum* spp.), Zimtaldehyd (*Cinnamomum* spp.) und Paprika Oleoresin (*Capsicum annum*) über drei Wochen das Laktobazillen zu Enterobakterien Verhältnis von sechs Wochen alten Ferkeln. Dies lag hauptsächlich an einem Anstieg der Anzahl an Laktobazillen und weniger an einer Hemmung der Enterobakterien. Eine tägliche Zufuhr an Antibiotika über drei Wochen konnte das Laktobazillen zu Enterobakterien Verhältnis hingegen nicht beeinflussen (Castillo et al., 2006). Es ist allgemein bekannt, dass ein hohes Laktobazillen zu Enterobakterien Verhältnis auf eine erhöhte Resistenz der Tiere gegenüber Darmerkrankungen hinweist. Manzanilla et al. (2004) konnten ebenfalls mit einem Pflanzenextrakt aus *Oreganum* spp., *Cinnamomum* spp. und *Capsicum annum* einen dosisabhängigen Anstieg des Laktobazillen zu Enterobakterien Verhältnisses im Jejunum von sechs Wochen alten Ferkeln beobachten. Wiederum konnte dieser Effekt dem Anstieg der Anzahl an Laktobazillen und weniger einer Hemmung der Enterobakterien zugewiesen werden. Die Autoren gehen dabei von einer Art präbiotischer Effekt dieses Pflanzenextraktes auf die Laktobazillen aus, welcher entweder direkt oder indirekt über eine Veränderung des intestinalen Ökosystems wirkt. Einen Effekt dieses Pflanzenextraktes auf die Häufigkeit und den Schweregrad der Durchfallerkrankungen der Ferkel konnte jedoch nicht beobachtet werden (Manzanilla et al., 2004). In einer späteren Studie von Manzanilla et al. (2009) konnte nachgewiesen werden, dass das gleiche Pflanzenextrakt aus *Oreganum* spp., *Cinnamomum* spp. und *Capsicum annum* sowohl die Zottenlänge wie auch die Kryptentiefe im proximalen und im distalen Jejunum bei sechs Wochen alten Ferkeln beeinflusst. Sowohl die Zottenlänge wie auch die Kryptentiefe stehen in direkter Beziehung zur Absorptionskapazität der Darmwand. Nach dem Absetzen von Ferkeln führt eine Verringerung der Zottenlänge normalerweise zu einer Vertiefung der Kryptentiefe und einer Erhöhung der Anzahl Mitosen, um den Verlust an proximalen Enterozyten auszugleichen. In der Studie von Manzanilla et al. (2009) führte die Zulage dieses Pflanzenextraktes zu einer Verringerung der Zottenlänge im proximalen Jejunum (Manzanilla et al., 2009). Die Kryptentiefe wurde durch die Zulage des Pflanzenextraktes, abhängig von der Ration, verringert. Im distalen Jejunum führte die Zulage des Pflanzenextraktes zu einer Verringerung der Zottenlänge und zu einer Erhöhung der Anzahl Mitosen. Die Kryptentiefe wie auch die Tageszunahmen und Durchfallhäufigkeiten der Ferkel wurde durch das

Pflanzenextrakt nicht beeinflusst.

Dass SPI, welche der Ration der Muttersau zugelegt werden, bereits einen Effekt auf säugende Ferkel ausüben können, konnte in der Studie von Ilsley et al. (2003) gezeigt werden. In dieser Studie wurde den Muttersauen bereits während der Trächtigkeit und nach der Geburt der Ferkel ein Pflanzenextrakt aus Carvacrol, Zimtaldehyd und Paprika Oleoresin über das Futter verabreicht. Das Extrakt hatte keine Effekte auf die Wurfgrösse, die Anzahl an Totgeborenen und die Geburtsgewichte der Ferkel. Die Zulage an Pflanzenextrakt führte jedoch zu einem erhöhten Tageszuwachs der säugenden Ferkel zwischen dem 15. und 21. Lebenstag, d.h. der Zeitspanne während welcher die Milchleistung der Muttersau normalerweise abnimmt, und zu erhöhten Absetzgewichten der Ferkel. Dies könnte einerseits mit einer höheren Milchleistung der Muttersauen durch das Pflanzenextrakt erklärt werden oder durch einen direkten Effekt eines oder mehrerer SPI respektive eines SPI-Metabolisationsproduktes, welche über die Milch an die Ferkel weitergegeben wurden (Ilsley et al., 2003).

Zusammenfassend haben SPI als Futterzusätze weitestgehend positive Wirkungen auf die gastrointestinale Mikrobe population, die Darmwand und die Verdauungsvorgänge im Ferkel. Damit scheinen SPI eine sinnvolle Alternative zu Fütterungsantibiotika zur Verbesserung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Ferkel zu sein.

Gesundheitsfördernde Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in der Ernährung junger Wiederkäuer

Wie im ersten Kapitel beschrieben sind die bekanntesten und am häufigsten untersuchten gesundheitsfördernden Effekte von SPI beim Wiederkäuer deren Wirkung gegen Nematoden des Gastrointestinaltraktes sowie gegen die Pansentympanie. Gerade Futterpflanzen wie Esparsette, Hornklee oder Chicorée, welche reich an kondensierten Tanninen sind, haben das Potential, den Befall des Gastrointestinaltraktes mit Nematoden zu kontrollieren, was bereits in verschiedensten Studien gezeigt werden konnte (z.B. Niezen et al., 2002). Niezen et al. (2002) beobachteten bei vier Monate alten Lämmern, dass die Verfütterung von spanischer Esparsette (*Hedysarium coronarium*) Durchfallerkrankungen, welche mit einem starken Parasitenbefall des Gastrointestinaltraktes in Zusammenhang standen, verringern konnten. Der Mechanismus, wie kondensierte Tannine die Anzahl an Nematoden im Verdauungstrakt von Wiederkäuern hemmen, ist bislang noch nicht vollständig geklärt. Niezen et al. (2002) vermuten sowohl eine direkte Wirkung gegen die Nematoden wie auch einen indirekten Effekt basierend auf einer Verbesserung der Proteinversorgung der Tiere durch die kondensierten Tannine. Kondensierte Tannine können mit Futterproteinen pansenstabile Komplexe bilden. Diese Komplexe können bei einem tieferen pH Wert im Dünndarm gelöst werden und die

Proteinversorgung des Tieres erhöhen. Neben den kondensierten Tanninen zeigen auch weitere SPI eine gewisse Wirksamkeit gegenüber Parasiten des Verdauungstraktes, unter anderem Saponine, Alkaloide, Glykoside und weitere Polyphenole (Athanasidou und Kyriazakis, 2004). Einen direkten Effekt von Polyphenolen auf Nematoden konnte in der Studie von Brunnet und Hoste (2006) gezeigt werden. Dabei wurde der Häutungsprozess verschiedener Nematodenlarven durch Gallocatechin und Epicallocatchin-Gallate, welche zur Gruppe der Flavonoide gehören, fast komplett gehemmt.

Die Pansentympanie, d.h. Pansenblähung durch Schaumbildung, tritt häufiger im Frühling auf, zum Beispiel durch die vermehrte Einnahme von Leguminosen im grünen Zustand oder durch hohe Zucker- und Eiweißgehalte in jungem Grünfutter und Weidegras und kann zu Organschäden und, in schweren Fällen, zum Tod des Tieres führen. Kondensierte Tannine respektive Pflanzen mit kondensierten Tanninen können dieser Schaumbildung im Pansen entgegenwirken, wie bereits in verschiedenen Studien gezeigt werden konnte (z.B. Min et al., 2006). In der Studie von Min et al. (2006) konnte eine Zufuhr von rund 2% kondensierter Tannine zur Futterration den Anteil an geblähten Stieren, welche Winterweizen beweideten, deutlich senken.

Weiter gibt es Hinweise darauf, dass Pflanzen mit kondensierten Tanninen die Fruchtbarkeit bei Schafen erhöhen und die Sterblichkeitsrate von Lämmern verringern können. Ramírez-Restrepo et al. (2005) zeigten, dass es einen positiven linearen Effekt zwischen der Ovulationsrate und der Anzahl Tage vor der Paarung gibt, an welchen Mutterschafe *Lotus corniculatus* verfüttert wurde. Die maximale Reproduktionseffizienz wurde erreicht, wenn die Mutterschafe mindestens sechs Wochen vor der Paarung *L. corniculatus* fressen konnten. Die bei Ramírez-Restrepo et al. (2005) gefundene erhöhte Befruchtungsrate weist darauf hin, dass die Beweidung von *L. corniculatus* während der Paarung die embryonalen Verluste zusätzlich verringerte. Feldbeobachtungen von Ramírez-Restrepo et al. (2005) weisen weiter darauf hin, dass die Mortalität der Lämmer zwischen Geburt und Absetzen geringer ist, wenn die Mutterschafe vor und während dieser Zeit *L. corniculatus* beweideten. Mögliche Gründe könnten eine verringerte Konzentration an Ammoniak im Pansen der Mutterschafe gefolgt von einer verringerten Konzentration an Harnstoff im Blutplasma sein, wie dies von Min et al. (2001) beobachtet wurde, sowie Veränderungen im Eileiter und der Gebärmutter (Ramírez-Restrepo und Barry, 2005). Rationen mit einem hohen Anteil an pansenabbaubarem Protein können eine negative Auswirkung auf das Überleben von Gameten und Zygoten, auf die Gebärmutter und die Eileiter sowie auf das Wachstum des Fötus haben (Buttler, 2000). Da die Proteinversorgung von Wiederkäuern aufgrund der kondensierten Tannine in der Ration verbessert sein kann, kann die Verfütterung von *L. corniculatus* die Milchproduktion und die Sekretionsrate von Laktose und Protein der Mutterschafe erhöhen (Wang et al., 1996).

Zusammenfassend scheinen SPI potentiell geeignete Futterzusätze für die Entwicklung von jungen Wiederkäuern und die Reproduktionseffizienz von Muttertieren zu sein. Gerade als pflanzliche Anthelmintika könnten SPI eine mögliche Antwort auf die global steigende Anzahl an Resistenzen von Nematoden gegenüber vielen kommerziell erhältlichen Anthelmintika sein (McKenna, 2010).

Gesundheitsgefährdende Effekte sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe als Futterzusatz

In der Wiederkäuerernährung wird neben den möglichen gesundheitsfördernden Effekten auch über Intoxikationen durch SPI, welche als Futterzusatz eingesetzt wurden, berichtet. Odenyo et al. (1997) berichteten, dass Schafe starben, nachdem sie über neun und 21 Tage hinweg Blätter und Stängel von *Acacia angustissima*, welches reich an kondensierten Tanninen ist, gefressen hatten. Dabei hatten die Tiere rund 20 g kondensierte Tannine pro kg Futter aufgenommen. Die dabei aufgetretenen Vergiftungserscheinungen reichten von Zähneknirschen der Tiere, Schaumbildung am Mund und Zuckungen des Körpers bis hin zu Flüssigkeitsansammlungen im Brustbereich, histologische Veränderungen in der Leber sowie Blutungen im Labmagen und auf der Oberfläche von Herz und Nieren. In der gleichen Studie zeigten jedoch Schafe, welche stufenweise an *A. angustissima* adaptiert wurden, keinerlei Vergiftungserscheinungen. Auch in der Studie von Brown et al. (2005) mussten einige Lämmer, welche *A. angustissima* frassen, bereits nach drei bis fünf Tagen euthanasiert werden, während andere Lämmer keine Krankheitserscheinungen zeigten. Tanninextrakte von *A. angustissima* führen nicht zwingend zu Vergiftungserscheinungen beim Wiederkäuer auch wenn sie über eine längere Zeit hinweg verfüttert werden. In der Studie von Stärfl et al. (2012) wurde Mastbullen während insgesamt 11 Monaten ein Konzentrat aus *A. angustissima* verfüttert, wobei die Tiere ca. 30 g kondensierte Tannine pro kg Futter aufnahmen. Ebenso zeigten Schafe, denen ca. 30 und 80 g kondensierte Tannine pro kg Futter in Form eines Quebracho-Extraktes verabreicht wurde, keinerlei Vergiftungssymptome (Hervás et al., 2003). Eine Dosierung des Quebracho-Extraktes von ca. 160 g kondensierte Tannine pro kg Futter führte jedoch bereits nach fünf Tagen zu klinischen Symptomen wie erhöhte Herz- und Atemfrequenz, sowie erhöhte Kreatinin- und Bilirubinkonzentrationen im Plasma der Schafe (Hervás et al., 2003).

Die bislang beobachteten Intoxikationen bei Wiederkäuern lassen die Vermutung zu, dass verschiedene Faktoren abgesehen von der Art, Dosierung und Dauer der Verfütterung des SPI an möglichen Vergiftungserscheinungen beteiligt sind. Dies macht es umso schwieriger, eine klare toxische Grenze für bestimmte SPI festzusetzen.

Schlussfolgerung

Die aufgrund des ökonomischen Drucks heutzutage sehr intensive Tierhaltung fordert von den landwirtschaftlichen Nutztieren enorme physiologische Leistungen, worunter nicht zuletzt die Tiergesundheit leidet. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe bieten dabei ein grosses Potential, die Tiergesundheit auf natürlichem Weg zu verbessern. Eine wesentliche Schwierigkeit bei Untersuchungen mit SPI stellen deren unterschiedliche Gehalte in den Pflanzen dar, was den Einsatz von Extrakten gerade in Langzeit-Studien notwendig macht, um konstante Dosierungen zu ermöglichen. Langzeit-Studien sind jedoch zwingend notwendig, um mögliche negative Effekte von SPI auf die Tiergesundheit aufzudecken und geeignete Dosierungen evaluieren zu können.

Literatur

- Athanasiadou, S. and Kyriazakis, I. (2004): Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. *Proc. Nutr. Soc.* **63**: 631-639
- Bondas, R., Lopez, S., Fernandez, M., Garcia-Gonzales, R., Rodriguez, A.B., Wallace, R.J. and Gonzales, J.S. (2008): *In vitro* screening of the potential of numerous plant species as antimethanogenic feed additives for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* **145**: 245-258
- Buttler, W.R. (2000): Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* **60-61**: 449-457
- Brunet, S. and Hoste, H. (2006): Monomers of condensed tannins affect the larval exsheathment of parasitic nematodes of ruminants. *J. Agric. Food Chem.*, **54**: 7481-7487
- Brown, A.L., Yimegnihal, A., Odenyo, A. and McCrabb, G. (2005): *Acacia angustissima* intoxication of menz lambs requires two components. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.* **3**(1): 13-19
- Castillo, M., Martín-Orúe, S.M., Roca, M., Manzanilla, E.G., Badiola, I., Perez, J.F. and Gasa, J. (2006): The response of gastrointestinal microbiota to avilamycin, butyrate, and plant extracts in early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* **84**: 2725-2734
- Hervás, G., Pérez, V., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., Almar, M.M. and Frutos, P. (2003): Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. *J. Comp. Path.* **129**: 44-54
- Hopwood, D.E. and Hampson, D.J. (2003): Interactions between the intestinal microflora, diet and diarrhoea, and their influences on piglet health in the immediate post-weaning period. In *Weaning the Pig: Concepts and Consequences* (J.R. Pluske, J. Le Dividich, M.W.A. Verstegen, eds.) pp 199-217. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers
- Ilseley, S.E., Miller, H.M., Greathead, H.M.R. and Kamel, C. (2003): Plant extracts as supplements for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet digestibility. *Anim. Sci.* **77**: 247-254
- Lallès, J.-P., Boudry, G., Favier, C., Le Floch, N., Luron, I., Montagne, L., Oswald, I.P., Pié, S., Piel, C. and Sève, B. (2004): Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. *Anim. Res.* **53**: 301-316
- Lallès, J.P., Bosi, P., Janczyk, P., Koopmans, S.J. and Torrallardona, D. (2009): Impact of bioactive substances on the gastrointestinal tract and performance of weaned piglets: a review
- Manzanilla, E.G., Pérez, J.F., Martin, M., Kamel, C., Baucells, F. and Gasa J. (2004): Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* **82**: 3210-3218
- Manzanilla, E.G., Pérez, J.F., Martin, M., Blandón, J.C., Baucells, F., Kamel, C. and Gasa J. (2009): Dietary protein modifies effect of plant extracts in the intestinal ecosystem of the pig at weaning. *J. Anim. Sci.* **87**: 2029-2037
- McKenna, P.B. (2010): Update on the prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep in New Zealand. *NZ Vet. J.* **58** (3): 172-173
- Min, B.R., Fernandez, J.M., Barry, T.N., McNabb, W.C. and Kemp, P.D. (2001): The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in ewes during autumn. *Anim. Feed Sci. Technol.* **92**: 185-202
- Min, B.R., Pinchak, W.E., Anderson, R.C., Fulford, J.D. and Puchala, R. (2006): Effect of condensed tannins supplementation level on weight gain and *in vitro* and *in vivo* bloat precursors in steers grazing winter wheat. *J. Anim. Sci.* **84**: 2546-2554
- Molnar, C. und Bilkei, G. (2005): Zum Einfluss eines Oregano-Futterzusatzes auf die Leistung und Mortalität bei Absetzferkeln. *Tierärztl. Prax.* **33**(G): 42-47
- Neill, C.R., Nelssen, J.L., Tokach, M.D., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., Dritz, S.S., Groesbeck, C.N. and Brown, K.R. (2006): Effects of oregano oil on growth performance of nursery pigs. *J. Swine Health Prod.* **14**(6): 312-316
- Niezen, J.H., Charleston, W.A.G., Robertson, H.A., Shelton, D., Waghorn, G.C. and Green, R. (2002): The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* **105** (3): 229-245
- Odenyo, A.A., Osuji, P.O., Karanfil, O. and Adinew, K. (1997): Microbiological evaluation of *Acacia angustissima* as a protein supplement for sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* **65**: 99-112
- Ramírez-Restrepo, C.A. and Barry, T.N. (2005): Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* **120**: 179-201
- Ramírez-Restrepo, C.A., Barry, T.N., López-Villalobos, N., Kemp, P.D. and Harvey, T.G. (2005): Use of *Lotus corniculatus* containing condensed tannins to increase reproductive efficiency in ewes under commercial dryland farming conditions. *Anim. Feed Sci. Technol.* **121**: 23-43
- Sads, P.R. and Bilkei, G. (2003): The effect of oregano and vaccination against Glässer's disease and pathogenic *Escherichia coli* on postweaning performance of pigs. *Irish Vet. J.* **56**(12): 611-615
- Stärfl, S.M., Zeitz, J.O., Kreuzer, M. and Soliva, C.R. (2012): Methane conversion rate of bulls fattened on grass or maize silage as compared with the IPCC default values, and the long-term methane mitigation efficiency of adding acacia tannin, garlic, maca and lupine. *Agric. Ecosyst. Environ.* **148**: 111-120
- Wang, Y., Waghorn, G.C., McNabb, W.C., Barry, T.N., Hedley, M.J. and Shelton, I.D. (1996): Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon the digestion of methionine and cysteine in the small intestine of sheep. *J. Agric. Sci.* **127**: 413-421.